

10/549846

DOCKET NO.: 277820US2PCT

IC20 Rec'd PCT/SE04 19 SEP 2005

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

IN RE APPLICATION OF: Rickard LJUNG, et al.

SERIAL NO.: NEW U.S. PCT APPLICATION

FILED: HEREWITH

INTERNATIONAL APPLICATION NO.: PCT/SE04/00390

INTERNATIONAL FILING DATE: March 17, 2004

FOR: POSITION ADJUSTED GUARD TIME INTERVAL FOR OFDM-COMMUNICATIONS SYSTEM

**REQUEST FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. 119  
AND THE INTERNATIONAL CONVENTION**

Commissioner for Patents  
Alexandria, Virginia 22313

Sir:

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicant claims as priority:

<b><u>COUNTRY</u></b>	<b><u>APPLICATION NO</u></b>	<b><u>DAY/MONTH/YEAR</u></b>
Sweden	0300824-0	25 March 2003

Certified copies of the corresponding Convention application(s) were submitted to the International Bureau in PCT Application No. PCT/SE04/00390.

Respectfully submitted,  
OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,  
MAIER & NEUSTADT, P.C.



Marvin J. Spivak  
Attorney of Record  
Registration No. 24,913  
Surinder Sachar  
Registration No. 34,423

Customer Number

**22850**

(703) 413-3000  
Fax No. (703) 413-2220  
(OSMMN 08/03)

# PRV

PATENT- OCH REGISTRERINGSVERKET  
Patentavdelningen

PCT / SE 2004 / 0 0 0 3 9 0

REC'D 05 APR 2004

WIPO

PCT

## Intyg Certificate

Härmed intygas att bifogade kopior överensstämmer med de handlingar som ursprungligen ingivits till Patent- och registreringsverket i nedannämnda ansökan.

This is to certify that the annexed is a true copy of the documents as originally filed with the Patent- and Registration Office in connection with the following patent application.



(71) Sökande . . . . . Telia AB, Farsta SE  
Applicant (s)

(21) Patentansökningsnummer. 0300824-0 ✓  
Patent application number

(86) Ingivningsdatum 2003-03-25 ✓  
Date of filing

Stockholm, 2004-03-23

För Patent- och registreringsverket  
For the Patent- and Registration Office

Marita Öun

Avgift  
Fee

## PRIORITY DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

PATENT- OCH  
REGISTRERINGSVERKET  
SWEDEN

Postadress/Adress  
Box 5055  
S-102 42 STOCKHOLM

Telefon/Phone  
+46 8 782 25 00  
Vx 08-782 25 00

Telex  
17978  
PATOREG S

Telefax  
+46 8 666 02 86  
08-666 02 86

# TEKNISKT OMRÅDE

Föreliggande uppfinning avser en sändningsmetod och en sändningsanordning samt en mottagningsmetod och en mottagnings-  
5 anordning samt ett system som använder dem. I synnerhet avses dylika inom kommunikationssystem som använder OFDM (Orthogonal Frequency Divisional Multiplexing).

## TEKNISK BAKGRUND

10

Ett informationsöverföringssystem skickar i allmänhet symboler, där varje symbol t ex kan utgöras av en sekvens av ettor och nollor i serie över en överföringskanal, och upptar där ett frekvensband som med nödvändighet måste vara större än inversen  
15 av tidslängden för en symbol.

När överföringshastigheten ökas blir det till slut omöjligt att garantera att överföringskanalen behåller identiska amplitud- och faskarakteristika över hela frekvensrymden som utgör  
20 passbandet. Dessa på så sätt uppkomna förvrängningar i kanalen ger upphov till interferens mellan symboler, vilken interferens kan bekämpas med hjälp av en utjämningsanordning, så kallad equaliser. Sådana system är emellertid relativt komplexa.

25 En teknik för att komma till rätta med detta problem innefattar att signalen som skall överföras fördelas över ett stort antal bärvågor på ett parallellt sätt, individuellt modulerade med låg hasighet. Eftersom hastigheten är låg, är passbandbredden som erfordras mindre, och därför är det mer sannolikt att  
30 amplitud- och faskarakteristika kommer att vara identiska för alla frekvenser som utgör detta band. Denna teknik är känd för fackmannen som "Orthogonal Frequency Divisional Multiplexing" eller OFDM. Frekevensspektra för signalerna som modulerar bärvågorna överlappar på ett sådant sätt att de uppfyller  
35 villkoren för ortogonalitet, vilket möjliggör eliminering av interferens mellan modulerade underbärvågor (sub-carriers) och

gör det också möjligt att erhålla mycket större spektralt utbyte.

Utrymmet mellan två närliggande underbärvågor motsvarar  
5 inversen av tidslängden för en symbol.

OFDM-modulationen är vanligtvis införlivad med en Fourier-transform, så att den kan implementeras med hjälp av FFT (Fast Fourier Transform). Huvudstegen för att genomföra överföring av  
10 ett meddelande med hjälp av OFDM-modulering anges nedan.

Först av allt så grupperas de binära data som utgör meddelandet som skall överföras i datablock. vart och ett av dessa block överförs oberoende av varandra och utgör, efter basbands-  
15 modulering, en OFDM-signal. I varje datablock grupperas dessutom de binära siffrorna i subset. Varje subset undergår därefter en "bijective mapping" över en diskret mängd punkter i Fresnel-rymden, där varje punkt representerar en möjlig fas och amplitud. Om t ex ett meddelande bestående av följande serie  
20 bitar {00001110010001111000...} betraktas, är det möjligt att därur extrahera ett block om 16 bitar 0000111001000111, med vilka är associerade, med mapping, följande mängd punkter i det komplexa planet:

$1+j, 1-j, -1-j, -1+j, -1-j, -1+j, -1-j, -1+j$ .  
25 Detta ger därför en mängd bestående av åtta komplexa element, vilka definierar en vektor  $V$ .

En invers diskret Fourier transform med en matris  $A$  tillåts sedan verka på vektorerna  $V$  som erhållits ur original-  
30 meddelandet, vilket ger upphov till en OFDM-signal bestående av en serie komplexa amplituder.

Varje överförd symbol tas sedan emot, efter att ha passerat transmissionskanalen, av en demodulator, från vilken det  
35 extraheras en vektor  $V'$  som innehåller komplexa element, genom

att multiplicera amplituderna som beskriver symbolen med en direkt diskret Fourier-transformmatris  $A'$  så att  $A \cdot A' = I$ , där  $I$  betecknar enhetsmatrisen.

- 5 Användandet av ett beslutskriterium baserat på "Maximum likelihood" på realdelen och på imaginärdelen av varje vektor  $V'$  möjliggör återvinning av den ursprungliga symbolsekvensen och vidare rekonstruktion av de därtill associerade binära elementen.

10

De olika symbolerna i varje block är sammankopplade på grund av den linjärkombination som erhålls genom att multiplicera elementen i den översända vektorn  $V$  med den inversa diskreta Fourier-transformmatrisen  $A$ . Denna linjärkombination säker-

15 ställer ett visst mått av tålighet och skyddar symbolerna mot interferens mellan komplexa symboler inom en och samma OFDM-symbol.

- Å andra sidan utsträcker sig denna skyddseffekt inte från en
- 20 OFDM-symbol till en annan, dvs inte från ett block till ett annat.

- För att förhindra interferens mellan block, är det känt att en teknik kan användas som innefattar att anordna en tidsperiod av
- 25 tystnad eller icke-transmission, även kallat skyddsintervall, mellan två på varandra följande symboler.

- I känd teknik bestäms emellertid skyddsintervallet som föregår aktuell symbol pragmatiskt, vanligtvis efter en utvärdering av
- 30 en expert, av den tidsperiod som är nödvändig för att dämpa ut ekot av överföringen av föregående OFDM-symbol.

En del varianter innefattande justering av skyddsintervallet finns också och beskrivs nedan.

35

- US-6115354-A visar en metod som anpassa OFDM-symbolernas skyddsintervall ("guard intervals for the OFDM symbols") till de skillnader i fördröjning som råder i nätverket. Första skyddsintervallet för en ram är dock anpassat efter "worst case" (se spalt 2, rad 9 - spalt 3, rad 9). Enligt detta dokument medför skyddsintervallets flexibilitet att OFDM-systemet kan optimeras ur både implementerings- och nätplaneringsperspektiv (se spalt 3, rad 36-40).
- 10 US-6175550-B1 visar ett OFDM-system i vilket ett skyddsintervall ("guard time interval") justeras dynamiskt beroende på kommunikationsförhållandena i omgivningen (se spalt 3, rad 3-65), spalt 6, rad 24-32, samt självständiga patentkrav).
- 15 EP-1065855-A1 visar anpassning av skyddsintervall ("cyclic extensions") i ett OFDM-system. Längden på skyddsintervallet anpassas till de fördröjningar som råder på kanalen. (Se sammandrag).
- 20 WO97/30531-A1 säger att ett skyddsintervall ("guard space") kan varieras så att ett minimalt skyddsintervall används (se patentkrav).
- EP-1061687-A1 visar automatisk anpassning av skyddsintervall  
25 ("guard interval") i beroende av kvaliteten på mottagen signal.
- EP-1014639-A2 visar en OFDM-sändare/mottagare för vilken ett optimalt val av skyddsintervall bestäms.
- 30 SAMMANFATTNING AV UPPFINNINGEN
- Vid konstruktion av ett kommunikationssystem anpassas det oftast till ett "värsta fall". Detta leder till att i alla andra fall än det värsta möjliga kommer kapacitet att slösas  
35 bort. Denna uppfinning löser en stor del av ovan nämnda slöseri

för ett OFDM-system, där kapaciteten minskar proportionellt med skyddsintervall mot kanalens tidsfördröjning "Guard Interval (GI)". Problemet löses genom anpassning av den grundläggande OFDM-strukturen för varje sändare/basstation så att icke  
5 utnyttjad tid mellan symboler blir försumbar och större delen av den utsända effekten kan utnyttjas av terminalerna.

Uppfinningen avser ett kommunikationssystem där åtminstone någon del av överföringen sker med hjälp av radiovågor, och där  
10 symboler överförs med hjälp av ortogonal frekvensdelningsmulti-plexering, s.k. OFDM-teknik, mellan en sändande enhet och en mottagande enhet, varvid symbolöverföringen sker över en överföringskanal i block av binära siffror med ett skydds-  
intervall GI mellan nämnda block, där sändande enhet är försedd  
15 med medel för att styra skyddsintervallens längd med hänsyn tagen till de fysiska förutsättningarna för överföringskanalen.

#### KORT BESKRIVNING AV RITNINGARNA

- 20 Uppfinningen kommer att beskrivas närmare i det följande med hänvisning till bifogade ritningar, av vilka:  
figur 1a visar symbolstarttidpunkter och skyddsintervall i en symbolöverföringssekvens;  
figur 1b visar ett blockschema över en systemlösning inne-  
25 fattande skyddsintervalljustering enligt en utföringsform av föreliggande uppfinning;  
figur 2 visar geografisk utbredning av celler och därtill associerat skyddsintervall;  
figur 3 visar ett blockschema över ett tvåvägskommunikations-  
30 system där skyddsintervallanpassningen baseras på aktuellt kanalestimat från en WCDMA-mottagare; och  
figur 4 visar ett blockschema över en systemlösning enligt en annan utföringsform av föreliggande uppfinning.

# BESKRIVNING AV FÖREDRAGNA UTFÖRINGSFORMER

Ett OFDM-system definieras av vissa grundläggande parametrar så som antalet FFT-punkter, storleken på det så kallade skyddsintervallet GI, samplingshastighet, bandbredd etc. Flera av dessa parametrar väljs för det värsta fallet, dvs för det svårast möjliga kommunikationsförhållande som systemet skall fungera tillfredsställande under. Skyddsintervallet innebär att effekt och tid mellan OFDM-symboler inte utnyttjas. Skyddsintervallet bestäms för ett system så att alla mottagare skall kunna ta emot och detektera symboler utan att intersymbolinterferens ISI uppstår. Den värsta tänkbara utbredningsfördröjningen i radiokanalen kommer därför att vara dimensionerande för skyddsintervallets längd.

Under normal användning av ett kommunikationssystem kommer dock betydligt bättre förhållanden att gälla ibland, vilket innebär att de parametrar man valt vid konstruktionen av systemet är alltför resurskrävande eftersom de ej är anpassade till för tillfället rådande förhållanden. Uppfinnarna har insett att genom adekvata åtgärder kan man genom att minska skyddsintervallet från  $1/4$  till  $1/8$ ,  $1/16$ , och  $1/32$  öka systemkapaciteten i motsvarande grad. I ett system för distribution "en-till-många" är det dock inte praktiskt att ändra skyddsintervallet GI för varje enskild mottagare eftersom alla OFDM-symboler sänds till alla mottagare inom täckningsområdet.

En av tankarna bakom uppfinningen innefattar att genom att i accesspunkter AP eller basstationer BS i ett kommunikationssystem konstruera OFDM-sändaren på ett sådant sätt att skyddsintervallet GI kan justeras som en installationsparameter, kan OFDM-signalens skyddsintervall anpassas till rådande kanalförhållanden från sändaren inom



varje enskilt täckningsområde, även kallat cell. Då en ny mottagare kopplas in i denna cell kan man till exempel via en anpassningsalgoritm, t ex en sådan beskriven av Kim et al, "Frame Selection Algorithm with Adaptive FFT input for OFDM Systems", vid ICC Internationella Handelskammaren 2002, automatiskt skifta till denna cells skyddsintervallval.

Algoritmen fungerar på så vis att den identifierar var  
 10 OFDM-symbolen verkligen börjar, dvs estimerar hur stort skyddsintervall som används. I figur 1a avses alltså att algoritmen identifierar de tillfällen som markerats med pilar A1, A2, B1, B2 på tidsaxeln, dvs där OFDM-symboler  
 15 plats 1, plats 2, där dels ett långt och dels ett kort skyddsintervall används. Genom att algoritmen som byggs in i mottagande enheten, här kallad terminalen, identifierar var OFDM-symbolen börjar, kan skyddsintervallet väljas av operatören baserat på hur varje specifik cell ser ut utan  
 20 att någon inställning behöver ändras i terminalen när terminalen flyttas mellan olika celler. Med andra ord utför algoritmen block(frame)synkronisering genom att i mottagande enhet beräkna en skattning av skyddsintervallet GI genom att använda de i tiddomänen mottagna signalerna  
 25 och genom att beräkna en skattning av skillnaden mellan mottagen och förväntad blockstarttidpunkt, den s.k. "coarse framing offset",  $\hat{\delta}_{int}$  uttryckt som

$$\hat{\delta}_{int} = \underset{n}{\operatorname{argmin}} \left\{ \frac{1}{G} \sum_{l=0}^{G-1} \left| y_{lJ+n} \right|^2 - \left| y_{lJ+n+N} \right|^2 \right\}$$

30

där  $n=0,1,2,\dots, 2G + 2N -1$  och  $G$  betecknar sampellängden vid skyddsintervallet.

Skyddsintervallet GI kan enligt ovan då flexibelt anpassas för varje cell i kommunikationssystemet, och kapaciteten kan förbättras i systemet. Detta illustreras i figur 1. Ett kommunikationssystem består av en nätverkskärna 101 som via en förbindelse 151 står i förbindelse med två 5 närliggande transmissionsenheter 111, 112. Det fysiska avståndet mellan transmissionsenheterna 111, 112 är  $\alpha$ . Varje transmissionsenhet har via eterförbindelse 151, 152 kontakt med minst en terminal 121, 122. En nätöver- 10 vakningsenhet 131 övervakar systemet och hanterar systemparametrar. Nätövervakningsenheten 131 tillsammans med OFDM-modulerna 115, 116 ser till att skyddsintervallet GI anpassas till avståndet  $\alpha$  mellan transmissionsenheterna på ett sådant sätt att skyddsintervallet GI anpassas till 15 cellradien. Lämplig skyddsintervallparameter GI anbringas i OFDM-modul 115, 116 och vidare är respektive terminal 121, 122 anordnad att anpassa sig till cellens skyddsintervall GI. Skyddsintervallet GI bör väljas så att det motsvarar den maximala tidsdispersion en mottagen signal 20 kan uppleva i respektive täckningsområde. Exempelvis om det i ett cellulärt system är ca 100 m cellradie kan sträckan för en reflekterad signal bli upp till ca 200 m. Man justerar alltså det flexibla skyddsintervallet GI till att kunna hantera fördröjningen 200 m, vilket motsvarar 25 ett skyddsintervall GI på ca 600 ns. För en cell med radie 200 m väljs ca 1200 ns, dvs så att skyddsintervallets längd i nanosekunder sätts till i huvudsak sex gånger cellradien i meter. Principen för val av storlek på skyddsintervallet GI illustreras i figur 2.

30 I en föredragen utföringsform kan Parametern GI förinställas av operatören eller systemadministratören via de vanliga gränssnitten för inställning av radiokanal, modulation osv i varje accesspunkt AP och varje basstation 35 BS. Inställning av parametern skyddsintervall GI från en

centralt belägen administratör , operatör eller enskild användare medför att man kontinuerligt når optimal prestanda utan att behöva ändra hårdvara på platsen för respektive accesspunkt AP eller basstation BS.

- 5 Uppfinningen innefattar därmed möjligheten att förbättra kapacitetsprestanda för ett OFDM-system både initialt och då systemet byggs ut med fler accesspunkter AP eller basstationer BS.
- 10 I ett cellulärt tvåvägs kommunikationssystem baserat på OFDM och enligt en utföringsform av uppfinningen tillhandahålls således en flexibel justering av skyddsintervall GI. Nämda skyddsintervall GI justeras till de transmissionsförhållanden som råder i varje cell. I en
- 15 annan utföringsform är varje terminal 121, 122 försedd med en automatisk anpassningsenhet 310, som automatiskt anpassar skyddsintervall GI i den aktuella cellen så att mobila enheter kan röra sig i det cellulära systemet och justera sin mottagning till de olika cellernas flexibla
- 20 parameterintervall.

- I tester har ett OFDM-system enligt en utföringsform av uppfinningen och baserat på IEEE 802.11a testats och verifierats i inomhusmiljö. I dessa förhållandevís små
- 25 celler med maximala avstånd på ungefär 50 m mellan sändare och mottagare har inga symbolfel på grund av kanalens tidsdispersion uppmätts. Det standardiserade skyddsintervall GI för OFDM i IEEE 802.11a är 800 ns, vilket med användande av en utföringsform av föreliggande uppfinning
  - 30 skulle kunna reduceras till 400 ns i de flesta inomhusmiljöer.

- I figur 3 beskrivs struktur för OFDM-modulen 115, 116 enligt figur 1. En automatisk skyddsintervallanpassnings-
- 35 enhet 310 står i förbindelse med övrig elektronik 315 för

utförande av OFDM. Skyddsintervallanpassningsenheten 310 beräknar det under rådande omständigheter bästa skyddsintervall och överför detta till övrig elektronik 315 för utförande av OFDM.

5

I en föredragen utföringsform justeras skyddsintervallet efter längsta fördröjningen i impulssvaret. Eftersom fördröjningen dock maximalt kan bli ungefär den tid det tar för signalen att färdas dubbla cellradien kan ett lämpligt skyddsintervall antas vara detta värde, dvs (avstånd mellan basstationer) /  $(3 \cdot 10^8)$ . Som tumregel kan man anta att radiovågor går 300 m på 1 mikrosekund, och är det detta avstånd mellan BS, och således 150 m max mellan BS och terminal, bör skyddsintervallet vara 1 mikrosekund i detta typfall i stadsmiljö. För BS i förort med 1 km mellan BS bör man ha 3 mikrosekunders skyddsintervall.

Det är inte nödvändigt att i alla lägen beräkna skyddsintervallet inom en utföringsform av uppfinningen. Skyddsintervallet kan beräknas innan basstationen installeras, t ex vid cellplaneringstillfället och därefter enbart då förändringar i nätplaneringen görs.

Skyddsintervallet behöver således ej nödvändigtvis beräknas någonstans i systemet. Om man förtätar med fler BS kan man via hanteringssystem SNMP minska skyddsintervallet med motsvarande nytt kortare BS-avstånd så att fler OFDM-symboler skickas inom varje tidsram eller block av symboler.

30

I ytterligare en föredragen utföringsform är i en mottagare som tar emot OFDM-signalen anordnat en mottagaranpassningsmodul, som anpassar nämnda mottagare efter det aktuella skyddsintervallet i cellen. Nämnda anpassning sker genom användande av en anpassningsalgoritm beskriven

35

i "Frame Selection Algororithm with Adaptive FFT Input for OFDM Systems, ICC 2002", som beskrivits ovan.

I ytterligare en annan utföringsform av föreliggande  
5 uppfinning tillhandahålls ett justerbart skyddsintervall  
GI inom ett tvåvägs kommunikationssystem enligt figur 4.

I ett tvåvägs kommunikationssystem, där kommunikation sker  
i såväl en upplänk UL som i en nedlänk NL, kan en  
10 anpassning av OFDM-signalens parametrar till gällande  
kommunikationsförhållanden göras, vilket ökar systemets  
kapacitet. För att ta emot en sänd signal görs en  
estimering av transmissionskanalens egenskaper. Bland  
annat mäts de fördröjningar och amplitudförändringar som  
15 sker mellan sändare och mottagare. Denna så kallade kanal-  
information från systemets mottagare kan därmed tas  
tillvara för genereringen av signalerna i OFDM-sändaren,  
där man genom att veta kanalens impulssvar kan anpassa  
OFDM-signalens skyddsintervall GI till rådande kanal-  
20 förhållanden från sändaren inom varje enskilt täcknings-  
område och dessutom för varje terminal inom täcknings-  
området. Impulssvaret tas fram i mottagande enhet genom  
att skatta kanalen ur en utsänd symbol i en så kallad  
"preamble". Principen illustreras i figur 4 där skydds-  
25 intervallet GI anpassas baserat på aktuellt kanalestimat  
från en WCDMA-mottagare 430. Kanalestimatet överförs till  
OFDM-enheten 440 där skyddsintervallet GI anpassas på  
grundval av aktuellt kanalestimat.

30 En radionätverksstyrenhet RNC står i (tråd)förbindelse med  
ett antal noder, av vilka nod B är en.

Skyddsintervallet bör vara lika i upp- och nedlänk, då i  
system som använder TDD (Time Division Duplex) är kanalens

upp- och nedlänk identisk och samma skyddsintervall bör användas.

Systemet i figur 4 innefattar även en s.k. dual mode-  
5 terminal 450, som är anordnad att ta emot både OFDM- och  
WCDMA-signaler. Denna terminal 450 innefattar en kanal-  
estimeringsenhet 460 för framtagning av kanalestimat och  
en skattningsenhet 470 för skattning av impulssvar ur  
WCDMA-träningsssekvenser. Nämnade estimat och skattning  
10 används sedan för att anpassa skyddsintervallet OFDM i  
nedlänk.

I ytterligare en föredragen utföringsform utformas skydds-  
intervallet som en kopia av de sista symbolerna i varje  
15 block. Dessa symboler kopieras och läggs även in först i  
varje block före sändning.

03-03-25 H

## PATENTKRAV

1. En sändande enhet inom ett kommunikationssystem där  
5 åtminstone någon del av överföringen sker med hjälp av  
radiovågor och i celler, och där symboler överförs med  
hjälp av ortogonal frekvensdelningsmultiplexering, s.k.  
OFDM-teknik, mellan en sändande enhet och en mottagande  
enhet, varvid symbolöverföringen sker över en överförings-  
10 kanal i block av binära siffror med ett skyddsintervall GI  
mellan nämnda block, **kännetecknad** av att nämnda sändande  
enhet är försedd med medel för att styra skyddsinter-  
vallets (GI) längd med hänsyn tagen till storleken på den  
cell i vilken sändande enhet är placerad.
- 15 2. Den sändande enheten enligt krav 1, **kännetecknad** av att  
nämnda medel för att styra skyddsintervalllets (GI) längd  
innefattar en skyddsintervallanpassningsenhet (310)  
innefattande en inställbar skyddsintervallparameter.
- 20 3. Den sändande enheten enligt krav 2, **kännetecknad** av att  
nämnda skyddsintervallparameter kan förändras via  
hanteringssystem SNMP.
- 25 4. Den sändande enheten enligt krav 2, **kännetecknad** av att  
nämnda skyddsintervallanpassningsenhet (310) beräknar ett  
skyddsintervall med hänsyn tagen till den aktuella cellens  
storlek.
- 30 5. Den sändande enheten enligt krav 2 där skyddsintervallet  
anpassats till cellstorleken på sätt att skyddsinter-  
vallets längd i nanosekunder sätts till i huvudsak sex  
gångar cellradien i meter, dvs för en cell med radien 100  
meter sätts skyddsintervalllets längd till 600 nano-  
35 sekunder.

6. Den sändande enheten enligt krav 3, **kännetecknad** av att nämnda skyddsintervallanpassningsenhet (310) även tar hänsyn till överföringskanalens impulssvar.
- 5 7. En mottagande enhet inom ett kommunikationssystem enligt krav 1, **kännetecknad** av att den mottagande enheten är försedd med en anpassningsmodul som anpassar den mottagande enheten efter det aktuella skyddsintervallet i cellen.
- 10 8. Den mottagande enheten enligt krav 7, **kännetecknad** av att nämnda anpassning sker genom en operatörs försorg.
- 15 9. Den mottagande enheten enligt krav 7, **kännetecknad** av att vid nämnda anpassning används en algoritm som innefattar följande steg:
  - estimering av mottaget skyddsintervall.
- 20 10. Den mottagande enheten enligt krav 9, **kännetecknad** av att nämnda estimering sker genom att beräkna en skattning av skillnaden mellan mottagen och förväntad blockstartstidpunkt den s.k. "coarse framing offset"  $\hat{\delta}_{\text{int}}$  enligt formeln
- 25 
$$\hat{\delta}_{\text{int}} = \arg \min_n \left\{ \frac{1}{G} \sum_{j=0}^{G-1} \left| y_{IJ+n} \right|^2 - \left| y_{IJ+n+N} \right|^2 \right\}$$

där  $n=0,1,2\ldots, 2G + 2N -1$  och  $G$  betecknar sampel-längden vid skyddsintervallet.
- 30 11. En metod inom ett kommunikationssystem där åtminstone någon del av överföringen sker med hjälp av radiovågor och i celler, och där symboler överförs med hjälp av ortogonal frekvensdelningsmultiplexering, s.k. OFDM-teknik, mellan en sändande enhet och en mottagande enhet, varvid symbol-



överföringen sker över en överföringskanal i block av binära siffror med ett skyddsintervall GI mellan nämnda block, där nämnda metod innefattar följande steg:

- estimering (510) av kanalkarakteristik;
- 5 - estimering (520) av minsta möjliga skyddsintervalllängd som ger upphov till en intersymbolinterferens inom godtagbara gränser;
- framtagning (530) av skyddsintervallparameter baserat på nämnda skyddsintervalllängd;
- 10 - inkorporering (540) och användning av nämnda skyddsintervallparameter vid sändning av symboler från nämnda sändare.

12. Metoden enligt krav 11, där nämnda estimering av kanalkarakteristik även innefattar framtagning av cellstorleken.

13. Metoden enligt krav 12, där nämnda estimering av kanalkarakteristik även innefattar framtagning av kanalens impulssvar.

14. En metod inom ett kommunikationssystem där åtminstone någon del av överföringen sker med hjälp av radiovågor och i celler, och där symboler överförs med hjälp av ortogonal frekvensdelningsmultiplexering, s.k. OFDM-teknik, mellan en sändande enhet och en mottagande enhet, varvid symbolöverföringen sker över en överföringskanal i block av binära siffror med ett skyddsintervall GI mellan nämnda block, där nämnda metod innefattar att skyddsintervalllets längd GI styrs med hänsyn tagen till storleken på den cell i vilken sändande enhet är placerad.

15. En metod enligt krav 14 där skyddsintervalllets längd GI i nanosekunder sätts till i huvudsak sex gånger cellradien i

meter, dvs för en cell med radien 100 meter sätts skyddsintervallets längd GI till 600 nanosekunder.

16. En metod vid ett kommunikationssystem enligt krav 11  
5 innefattande

- estimering av mottaget skyddsintervall.

17. En metod enligt krav 16 där nämnda estimering utgörs av  
10 ett operatörsbestämt skyddsintervall.

18. En metod enligt krav 16 där nämnda estimering utförs  
sker genom att beräkna en skattning av skillnaden  
mellan mottagen och förväntad blockstartstidpunkt den  
s.k. "coarse framing offset"  $\hat{\delta}_{\text{int}}$  enligt formeln  
15

$$\hat{\delta}_{\text{int}} = \arg \min_n \left\{ \frac{1}{G} \sum_{l=0}^{G-1} \left| y_{l,j+n} \right|^2 - \left| y_{l,j+n+N} \right|^2 \right\}$$

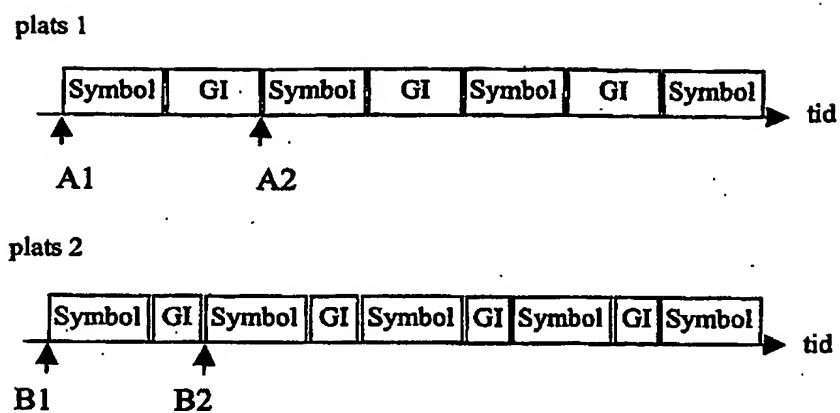
där  $n=0,1,2\ldots, 2G + 2N - 1$  och  $G$  betecknar sampel-  
20 längden vid skyddsintervallet.

19. Ett kommunikationssystem där åtminstone någon del av  
överföringen sker med hjälp av radiovågor och i celler,  
och där symboler överförs med hjälp av ortogonal frekvens-  
25 delningsmultiplexering, s.k. OFDM-teknik, mellan en  
sändande enhet och en mottagande enhet, varvid symbol-  
överföringen sker över en överföringskanal i block av  
binära siffror med ett skyddsintervall GI mellan nämnda  
block, **kännetecknad** av att nämnda system är försett med  
medel för att styra skyddsintervallets (GI) längd med  
30 hänsyn tagen till storleken på den cell i vilken sändande  
enhet är placerad.

## SAMMANDRAG

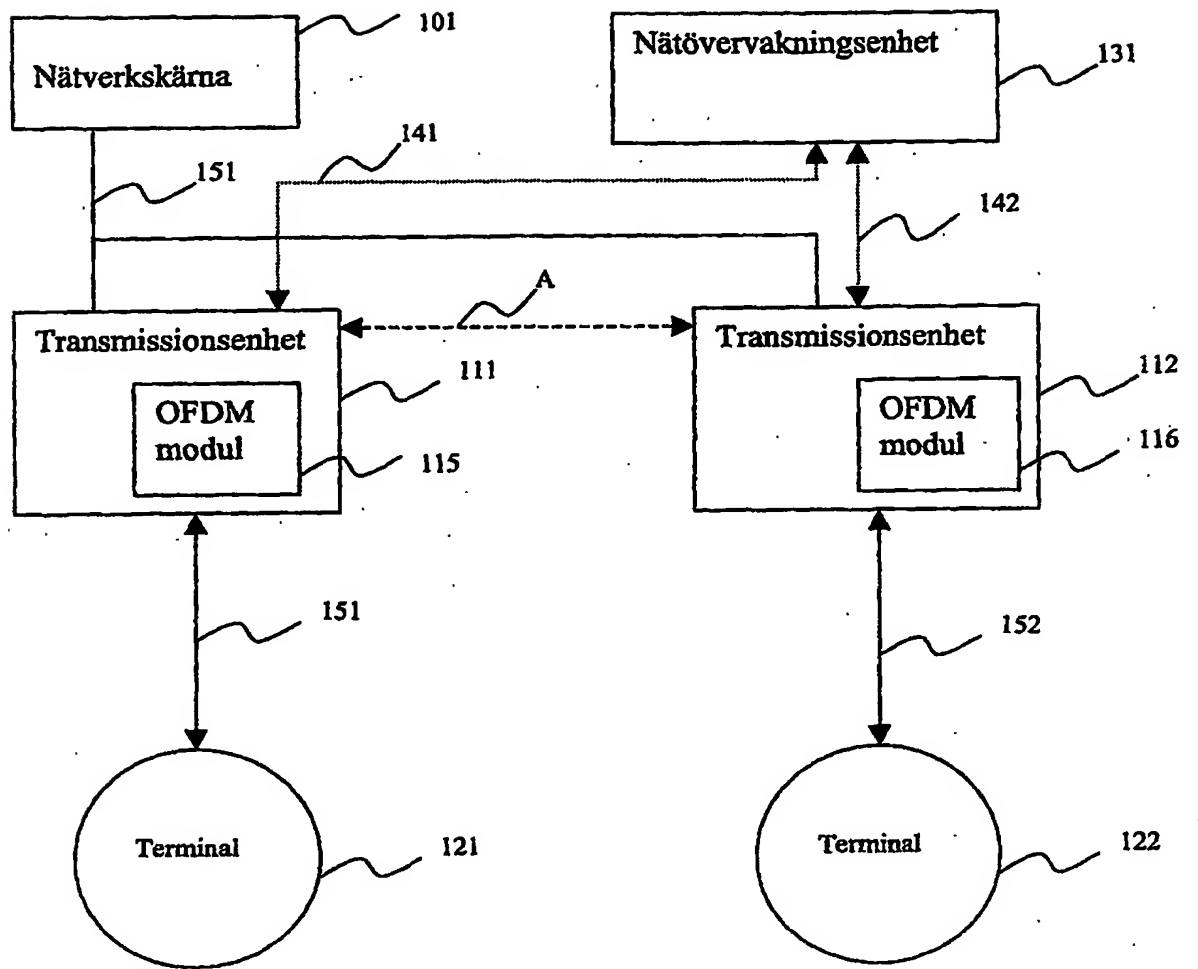
En anordning och en metod inom ett kommunikationssystem där åtminstone någon del av överföringen sker med hjälp av radio-  
5 vågor, och där symboler överförs med hjälp av ortogonal frekvensdelningsmultiplexering, s.k. OFDM-teknik, mellan en sändande enhet och en mottagande enhet, varvid symbo-  
löverföringen sker över en överföringskanal i block av binära siffror med ett skyddsintervall GI mellan nämnda block, där  
10 sändande enhet är försedd med medel för att styra skyddsinter- vallets (GI) längd med hänsyn tagen till de fysiska förutsätt- ningarna för överföringskanalen, så att skyddsintervallet kan minskas utan att störningskänsligheten ökar utan i stället ökar överföringskanalens kapacitet genom att den tid som frigörs kan  
15 användas till att överföra information. En utföringsform av uppfinningen innefattar en skyddsintervallanpassningsenhet ansluten till övrig OFDM-utrustning i sändande och/eller mottagande enhet.

20 (Fig. 4)

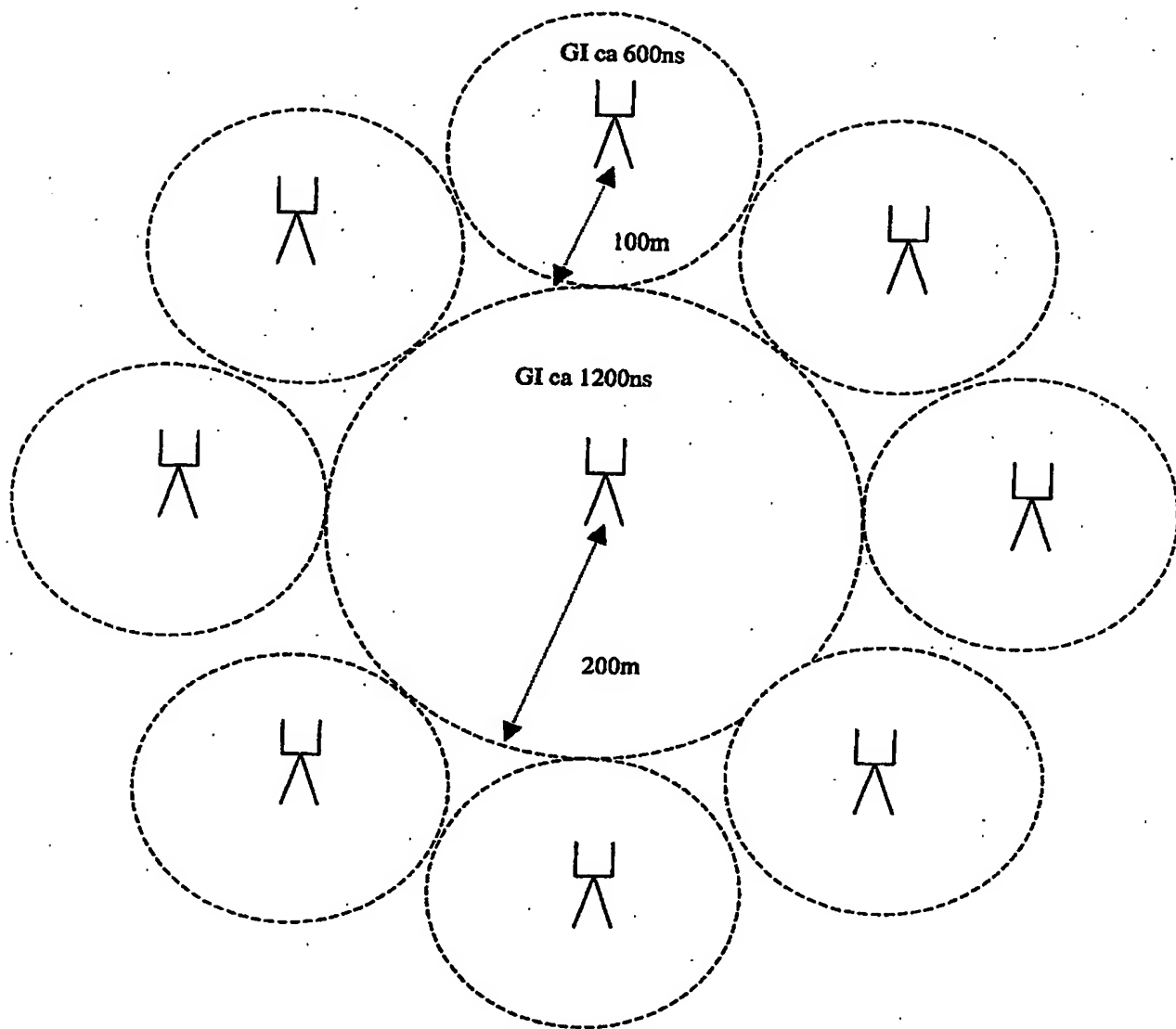


Figur 1a

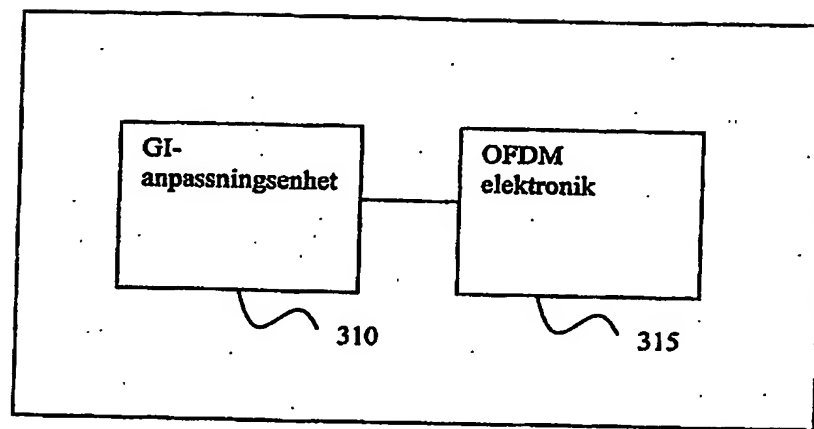
A 10x10 grid of dots where the number '10' is formed by removing dots. The '1' is formed by removing the top row, the second column, and the bottom row. The '0' is formed by removing the top row, the second column, and the bottom row.



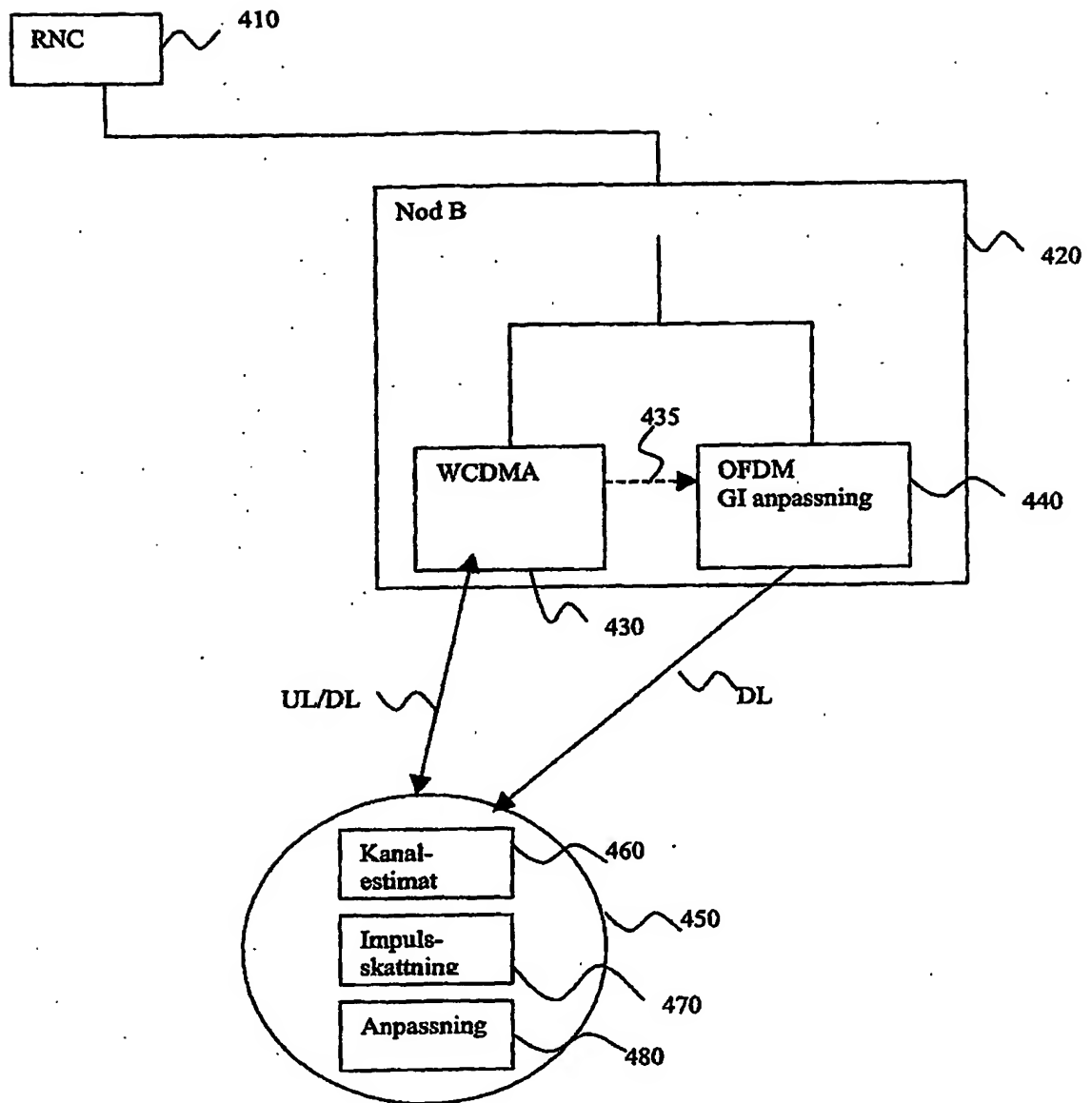
Figur 1b



Figur 2

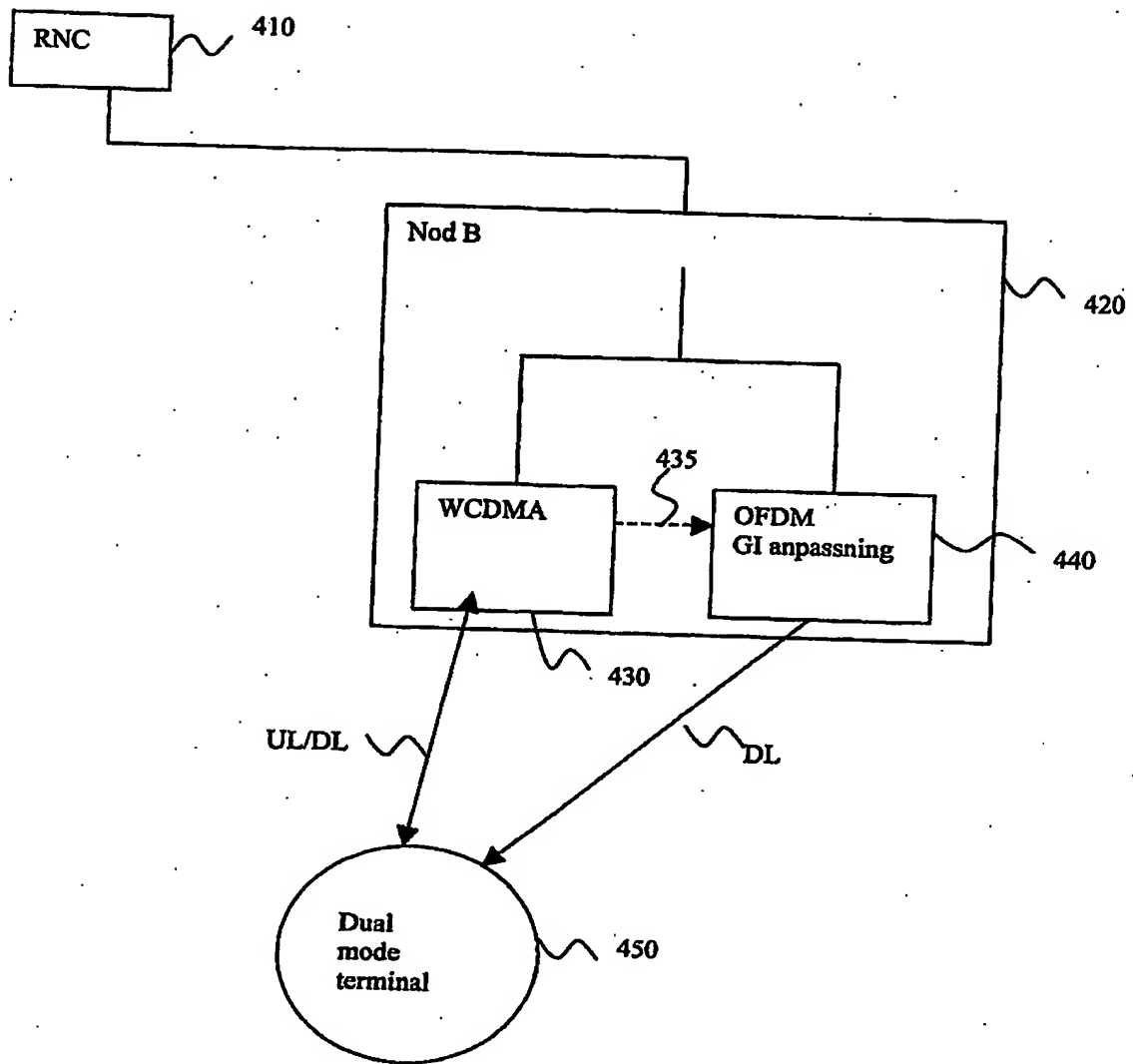


Figur 3

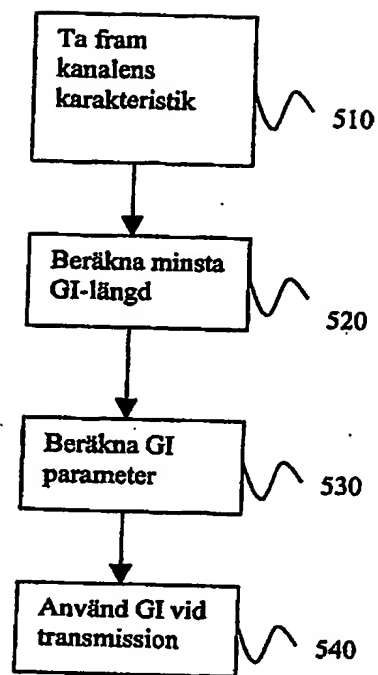


Figur 4





Figur 4



Figur 5